第11講　音波と弦の振動

1

次の文章中の空欄①は語句で埋め，②，③，⑤は数式で埋め，④は(ア)〜(ウ)のうちから正しいものを一つ選び，⑥は数値で埋めなさい。

図のように，一様な弦の一端Aを，振動数が調節できる振動子に固定し，他端は滑車を通しておもりにつないである。また，コマBは振動子と滑車の間を移動して，任意の一点で弦を固定することができる。

はじめに，AB間の弦の長さをL[m]として，振動子を作動させ，この弦を振動数f[Hz]で振動させたところ，AB間に腹が2個ある定常波ができた。このような定常波による振動を弦の(　①　)という。なお，弦を伝わる波の波長λ[m]は，Lを用いて表すと，

λ=(　②　)[m]

となる。また，弦を伝わる波の速さV[m/s]は，f，Lを用いて

V=(　③　)[m/s]

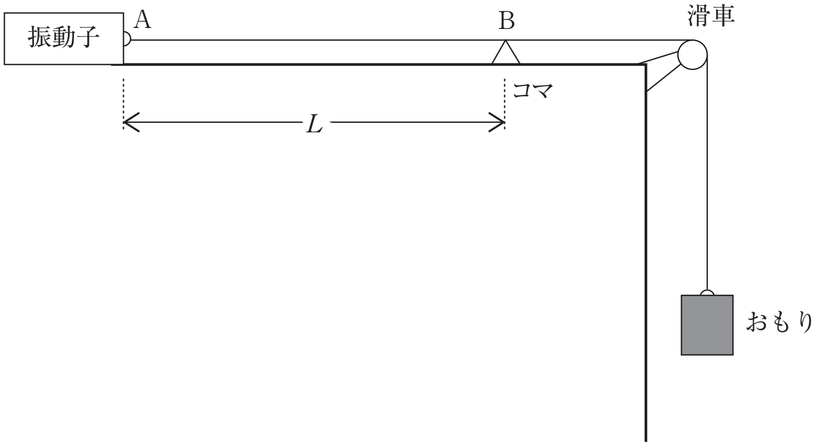
と表される。

その後，コマBを振動子に向かってゆっくり移動させ，AB間の長さがL'[m]になったときに，基本振動が観測された。このとき，弦を伝わる波の速さVは(④　(ア)小さくなる，(イ)変わらない，(ウ)大きくなる)ことから，L'はLを用いて

L'=(　⑤　)[m]

と表される。

次に，弦の振動数を徐々に増加させたところ，再び，腹が2個の定常波ができた。このときの弦の振動数f'は，はじめの振動数fの(　⑥　)倍である。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

次の文を読み以下の問いに答えよ。

まず音について考える。音とは，空気などの媒質において密度が疎と密の部分が交互に繰り返されて伝わる (ア) であり，一般に人間に聞こえるものをいう。人間の可聴域は約 (イ) Hzから約 (ウ) Hzといわれている。また音には3つの要素があるといわれており，それらは音の強さ，音の高さ，音色である。音の強さとは，音のエネルギーであり波の (エ) や (オ) などによって決まる。音の高さとは，音の高低（低音や高音）であり波の (オ) によって決まる。音色とは，楽器などの固有の音の特徴であり波の (カ) によって決まる。

次に楽器の音階（いわゆるド，レ，ミ…）について考える。音階と周波数との関係について調べたところ表1のようになった。ある音階の周波数に対してひとつ高い音階の周波数の比を計算してみると（　A　）倍と（　B　）倍の2種類があった。一般に隣り合う音階の周波数の関係が（　A　）倍になるものを全音，（　B　）倍になるものを半音という。また同じ音階では，1オクターブ高い音は周波数が2倍になることから倍音という。

表1

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
周波数［Hz］	261.6	293.7	329.6	349.2	392.0	440.0	493.9	523.3

最後に一般的な楽器のひとつであるギターについて考える。ギターは6本の弦からなる楽器で，構成部品や名称などを図に示す。弦を弾いた時，その位置を (キ) とする波が生じて弦の両端に向かって進む。波は両端で反射し，これがくり返されて波同士が (ク) することにより両端を節とする (ケ) ができる。弦を指で押さえない時（開放弦）の音は，ブリッジとナットを両端とする固有振動となる。この時，両端間の距離を L とすると， (ケ) の基本振動の波長は (コ) となる。各弦の開放弦における周波数を調べたところ表2のようになった。

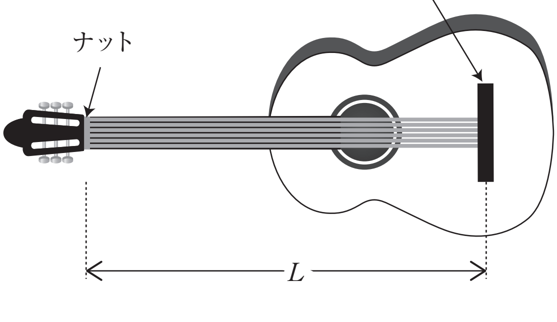


表2

	第1弦	第2弦	第3弦	第4弦	第5弦	第6弦
周波数［Hz］	329.6	246.9	196.0	146.8	110.0	82.41

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑴　空欄(ア)～(コ)に入るもっとも適切なものを以下の①～㉔の中から選び番号で答えよ。　ただし，解答の重複はないものとする。

①　2	②　20	③　2000	④　20000
⑤　200000	⑥　$\frac{L}{2}$	⑦　L	⑧　$2L$
⑨　$4L$	⑩　横波	⑪　定常波	⑫　疎密波
⑬　物質波	⑭　衝撃波	⑮　振幅	⑯　周波数
⑰　位相	⑱　波形	⑲　方形波	⑳　屈折
㉑　干渉	㉒　回折	㉓　波源	㉔　節

⑵　空欄（　A　）と（　B　）に入る値を有効数字3桁で求めよ。また，以下の音階の組合せから（　B　）倍となるものの番号をすべて答えよ。

①　ドとレ	②　レとミ	③　ミとファ	④　ファとソ
⑤　ソとラ	⑥　ラとシ	⑦　シとド	

⑶　L＝65.0cm の時，第5弦における波の伝わる速さを有効数字3桁で求めよ。

⑷　各弦の基本振動の波長が同じであるにもかかわらず，なぜ異なる周波数になるのか説明せよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　確認テスト

以下の問に答えよ。

長さが0.220［m］の弦Sを振動させた時の基本振動数が920［Hz］となる弦楽器がある。

問1　この基本振動数で振動する弦の波の波長は何mか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。

①　0.0550　②　0.110　③　0.220　④　0.330　⑤　0.440

問2　この弦Sを伝わる波の速さは何m/sか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。

①　50.6　②　101　③　202　④　405　⑤　506

問3　弦Sから出る音波の波長は何mか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。ただし音波の速度を343［m/s］とする。

①　0.186　②　0.220　③　0.373　④　0.746　⑤　2.68

問4　周波数 11.5×10^2［Hz］の音を出すためには，弦Sのどこを指で押せばよいか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。ただし，弦Sを伝わる波の速さは問2と同じである。

①　弦の長さが0.0880［m］になる点を押す。
②　弦の長さが0.110［m］になる点を押す。
③　弦の長さが0.138［m］になる点を押す。
④　弦の長さが0.176［m］になる点を押す。
⑤　弦の長さが0.210［m］になる点を押す。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 11 講　音波と弦の振動

1

①　固有振動［2 倍振動］　②　L　③　fL

④　(イ)　⑤　$\dfrac{L}{2}$　⑥　2

2

(1)　(ア)　⑫　(イ)　②　(ウ)　④　(エ)　⑮　(オ)　⑯

(カ)　⑱　(キ)　㉓　(ク)　㉑　(ケ)　⑪　(コ)　⑧

(2)　A　1.12　B　1.06　③，⑦

(3)　第 5 弦　143

（参考：第 1 弦　428　第 2 弦　321　第 3 弦　255　第 4 弦　191　第 6 弦　107）

(4)　ギターの 6 本の弦は，それぞれ太さや弦の張力が異なっていて，太さと張力によって弦を伝わる波の速さが異なる。このため，波長は同じでも周波数が異なる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

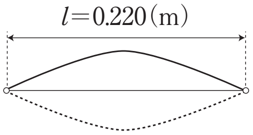
第11講　確認テスト

【解答】

問1　⑤　　問2　④　　問3　③　　問4　④

【解説】

問1



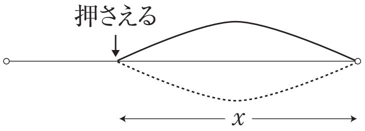
$\lambda_1 = 2l = 2 \times 0.220 = \underline{0.440}$〔m〕

問2

$v = f_1\lambda_1 = 920 \times 0.440 \fallingdotseq \underline{405}$〔m/s〕

問3　音速は $V = 343$〔m/s〕だから，

$\lambda_{音} = \dfrac{V}{f_1} = \dfrac{343}{920} = \underline{0.373}$〔m〕



問4　弦の長さと振動数は反比例するので

$920 : 1150 = \dfrac{1}{0.220} : \dfrac{1}{x}$

$\therefore\ x = \dfrac{920}{1150} \times 0.220 = \underline{0.176}$〔m〕

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。